



Fogorvosi anyagtan fizikai alapjai

3.

Általános anyagszerkezeti ismeretek

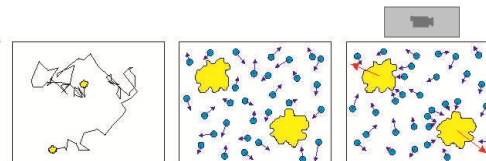
Fázisdiagram, fázisátalakulás

Határfelületi jelenségek

1

Diffúzió^a

Brown mozgás:



Diffúzió: egyenletes eloszlásra való törekvés, koncentrációkiegyenlítés



a diffúzió „sebessége” ~ koncentráció különbség
diffúziós együttható

Fick-törvény:

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} = -D \cdot A \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x}$$

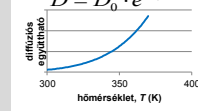
D: diffúziós együttható (m²/s)

Diffundáló molekula	közeg	D (m ² /s)
O ₂	levegő	≈ 10 ⁻⁵
	víz	≈ 10 ⁻⁹
	üveg	≈ 10 ⁻²⁰
He	üveg	≈ 10 ⁻¹⁸

Einstein-Stokes összefüggés:
(gömb alakú részecskékre)

$$D = \frac{kT}{6\pi\eta r}$$

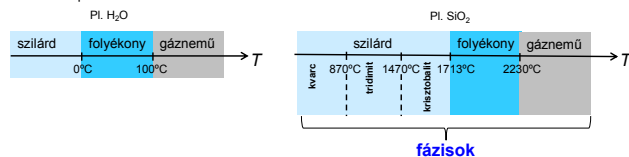
$$D = D_0 \cdot e^{-\frac{\Delta E}{kT}}$$



2

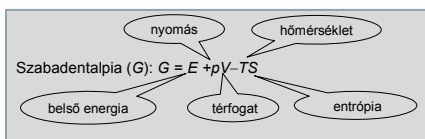
Fázis

Halmazállapotok:



Fázis: fizikailag és kémiai homogén anyagtartomány.

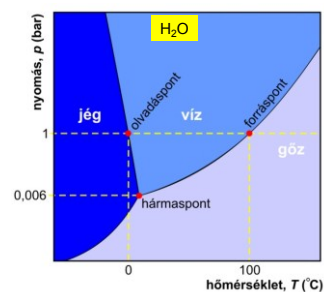
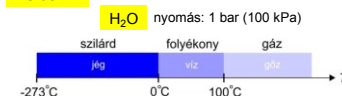
Stabil fázis: adott körülmények között a termodinamikailag legkedvezőbb — legkisebb energiájú, pontosabban legkisebb szabadentalpiájú fázis.



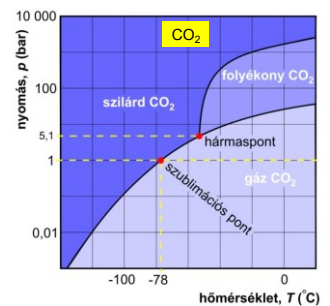
3

Fázisdiagram

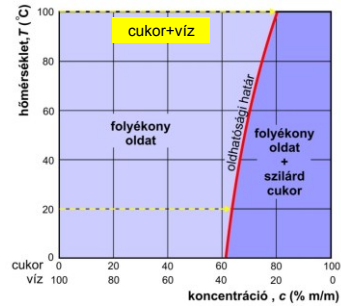
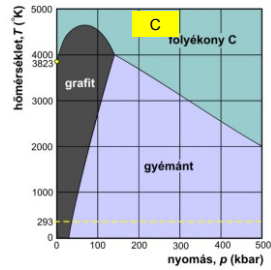
Példák:



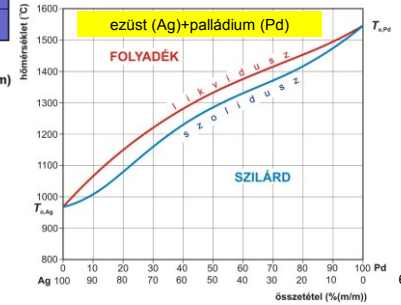
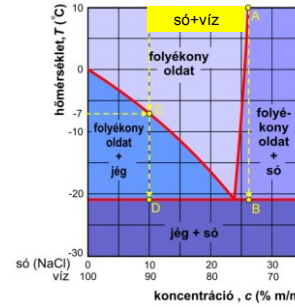
Fázisdiagram: stabil fázisok ábrázolása különböző paraméterek (p, T, c, ...) függvényében.



4

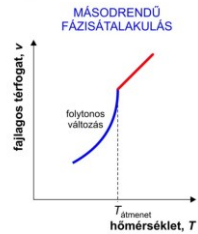
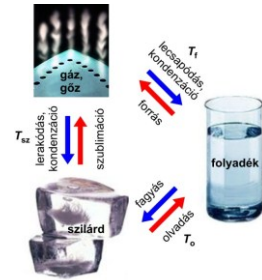
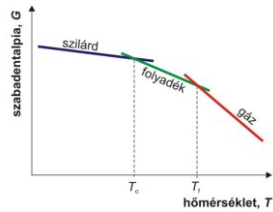


5



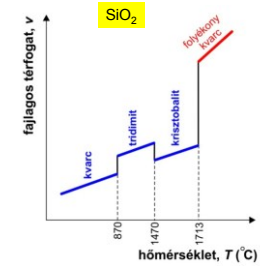
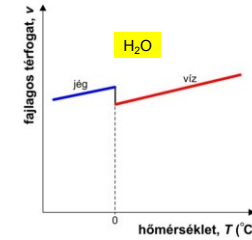
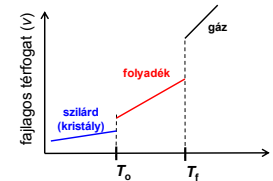
6

Fázisátalakulás



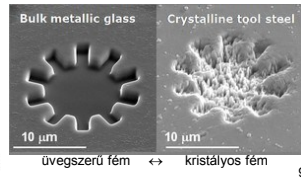
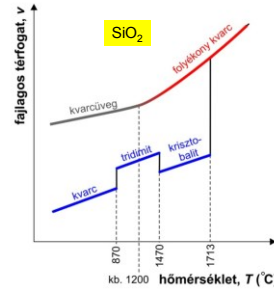
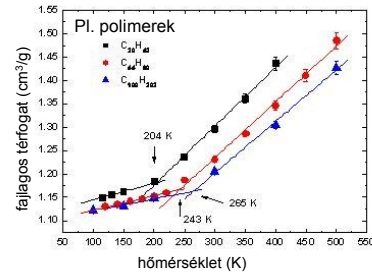
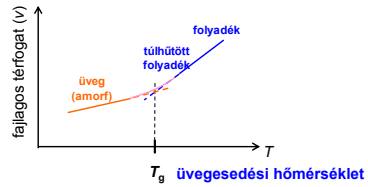
7

Példák: elsőrendű fázisátalakulás:



8

másodrendű fázisátalakulás:

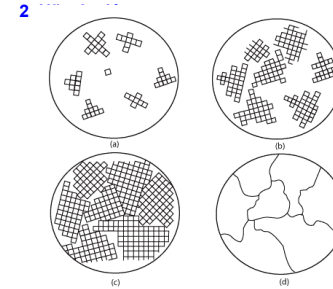
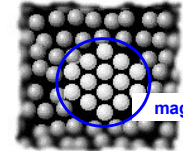


Fázisátalakulás (pl. kristályosodás) kinetikája

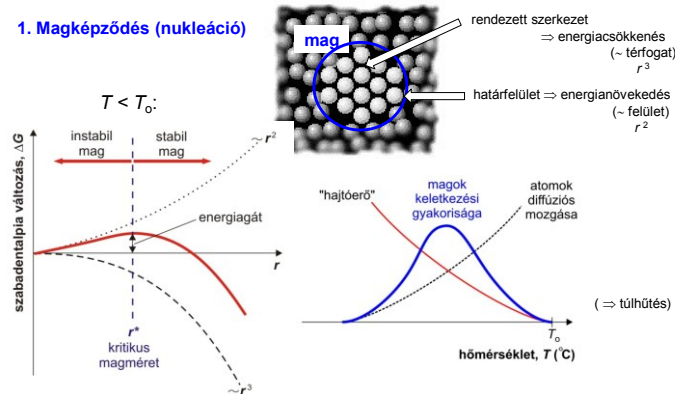
Túlhűtés! $T < T_o$



1. Magképződés (nukleáció)



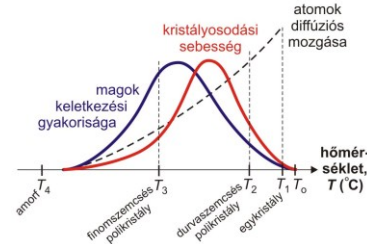
1. Magképződés (nukleáció)



- **homogén nukleáció:** saját anyagában
- **heterogén nukleáció:** már meglévő szilárd felületeken (pl. edény falán, szennyező szemcséken)

gyorsabb!

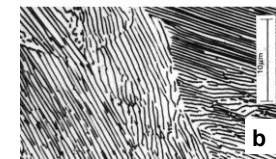
2. Növekedés



→ $T_g < T_o$

Szemcsealak és -méret ⇒ tulajdonságok!

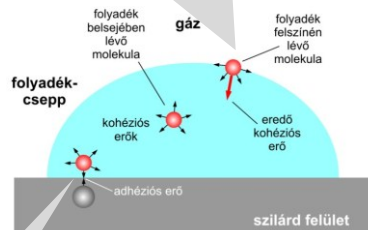
Például:



keményebb, erősebb, kevésbé alakítható

Határfelületi jelenségek

1. Felületi feszültség (felületi energia)



2. Adhézió

1. Felületi feszültség (felületi energia)

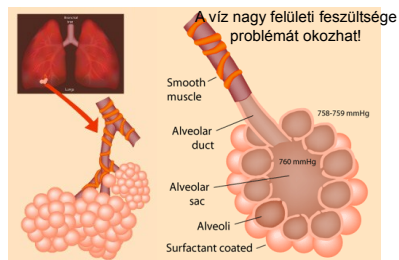
felületi feszültség v. energia (σ):

$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad \left(\frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\text{m}} \right)$$

anyag	σ (J/m ²)
víz	0,073
vér	0,06
nyál	0,05
paraffin	0,025
alkohol	0,023
dentin	0,092
zománc	0,087
higany	0,484

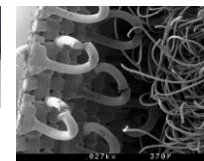
* levegőben, 20°C

A „hárcizmus” mértéke.



2. Adhézió

- mechanikai



- kémiai (ionos, kovalens, H-kötés)
- diszperz (van der Waals-erők)
- elektrosztatikus (feltöltődött felületek)
- diffúziós (egymásba diffundálnak az anyagok) ← pl. szinterezésnél



13

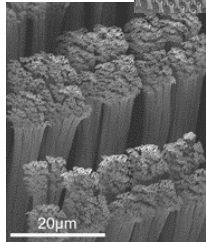
14

15

16

adhéziós erő ~ érintkező felületek nagysága

gekkótalp
„szuperadhézió”



savazás a fogorvosi
gyakorlatban

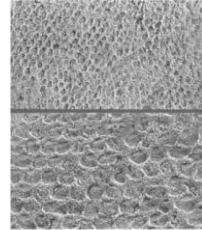


Figure 1. Morphological aspect of the surface of enamel conditioned with 36% phosphoric acid for 20 s. The formation of micropores with type I pattern of conditioning can be observed. (Original magnification: top, 750X; bottom, 1500X).

17

~ közelség

szilárd–szilárd



szilárd–folyékony

- viszkozitás
- nedvesítés

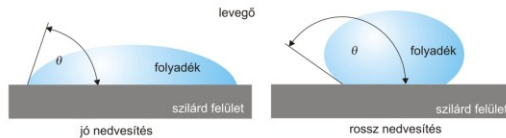
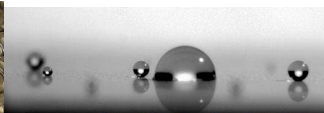


kevésbé nedvesítő

jobban nedvesítő

18

Nedvesítés (adhézió szilárd anyag és folyadék között)



θ : peremszög (illeszkedési szög)

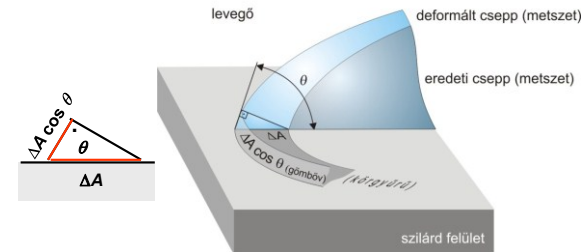
Young-egyenlet:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{sz} - \sigma_{sz,f}}{\sigma_f}$$

- sz : szilárd test (–levegő)
- sz, f : szilárd test–folyadék
- f : folyadék (–levegő)

19

A Young-egyenlet levezetése:

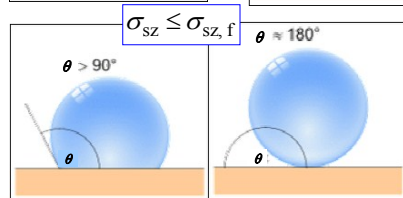
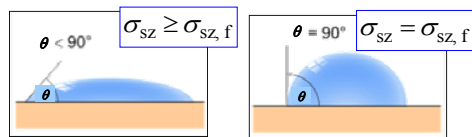


egyensúly = energiaminimum → kis változás az alakban (felületben) nem okoz változást az energiában

$$\Delta E = \Delta A \cdot \sigma_{sz,f} - \Delta A \cdot \sigma_{sz} + \Delta A \cos \theta \cdot \sigma_f = 0$$

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{sz} - \sigma_{sz,f}}{\sigma_f}$$

20



Néhány fogászati anyag felületi energiája:

anyag	σ (mJ/m ²)
víz	73 (25° C)
nyál	53 (37° C)
dentin	92
zománc	87
PMMA	37
paraffin	25



21